

**Tagungsbeitrag zu:** Jahrestagung der DBG, Kommission V

•**Titel der Tagung:** •Böden - Lebensgrundlage und Verantwortung

•**Veranstalter:** •DBG

•**Termin und Ort der Tagung:** •7. – 12. September 2013, Rostock

•**Berichte der DBG** (nicht begutachtete online Publikation)

<http://www.dbges.de>

## **Die Kennzeichnung der Kationenaustauschkapazität (KAK) für landwirtschaftliche Nutzflächen**

**Jürgen Thiere<sup>1</sup>, Detlef Deumlich<sup>2</sup> & Manfred Altermann<sup>3</sup>**

Stichwörter: Kationenaustauschkapazität, Bodenkarte, VERMOST

### **1. Problemstellung**

Zur Quantifizierung von Bodeneigenschaften werden verschiedene Parameter herangezogen, z.B. Humusgehalt, pH-Wert, Körnung, Feldkapazität, Kationenaustauschkapazität (KAK). Anhand von Bodenparametern erfolgt die Beurteilung der Einzelproben von Bodenprofilen. Von Repräsentativ- oder Standardprofilen (Leitprofilen) wird auf die Eigenschaften von Bodenflächen geschlossen. Bei heterogenen Bezugsgrößen (z. B. Bewirtschaftungsflächen) wird bisher gemittelt bzw. die Schwankungsbreite für eine oft subjektive Bewertung zugrunde gelegt. Der Schritt von der Profilkennzeichnung zur Flächenkennzeichnung nach bestimmten Parametern muss aber reproduzierbar und nachvollziehbar sein, d.h. individuell geprägte Abschätzungen müssen

durch methodisch vorgegebene Beurteilungsschritte abgelöst werden. Deshalb wurde zur Transformation von profilbezogenen Einzelwerten auf heterogene Bodenflächen von THIÈRE et al. (1991) eine Vergleichsmethode entwickelt, die eine reproduzierbare Kennzeichnung und Bonitur von standortkundlichen Einheiten und Nutzflächen parameterbezogen ermöglicht. Diese Beurteilungsmethodik wurde bereits für verschiedene Bodenparameter vorgelegt und mit Erfolg angewandt (Parameter: z.B. Humus, Substrat, Hydromorphie, Steinigkeit, Hangneigung und deren Kopplungen, Bodengruppe Düngung, Wassererosion, Winderosion). In diesem Beitrag soll die Beurteilungsmethodik für den Parameter Kationenaustauschkapazität dargelegt werden.

Die Kationenaustauschkapazität (KAK; auch als Kationenumtauschkapazität oder Sorptionskapazität bezeichnet) ist neben der Nutzwasserkapazität und dem biologischen Regulationsvermögen eine der wichtigsten Eigenschaften zur komplexen Beurteilung ökologisch wirksamer Bodeneigenschaften. Die Kationenaustauschkapazität bestimmt u. a. die gesamte Nährstoffdynamik im Boden. Mit der Kationenaustauschkapazität wird die Summe der mit einer Neutralsalzlösung austauschbaren Kationen an der Austauschkapazität des Sorptionskomplexes erfasst. Die KAK wird in  $\text{cmol}(+)/\text{kg}$  Boden (bei  $105^\circ$  getrocknet), früher auch in  $\text{mval}/100 \text{ g}$  Boden angegeben (Umrechnungsfaktor:  $1 \text{ mval}/100\text{g}$  entsprechen  $1 \text{ cmol}/\text{kg}$ ). Dabei wird zwischen der effektiven KAK ( $\text{KAK}_{\text{eff}}$  – nach dem Austausch mit  $\text{NH}_4\text{Cl}$  – bezogen auf den aktuellen pH-Wert des Bodens) und der potentiellen KAK ( $\text{KAK}_{\text{pot}}$ ), welche die austauschbaren Kationen bei einem pH zwischen 7...7,5 angibt, unterschieden.

<sup>1</sup> Am Stadion 15, 16225 Eberswalde, <sup>2</sup> [ddeumlich@zalf.de](mailto:ddeumlich@zalf.de) - ZALF Müncheberg, <sup>3</sup> Wilh.-Raabe-Str. 9, 06118 Halle

## 2. Methodik

### 2.1 Grundsätze

Die reproduzierbare Kennzeichnung und Bonitur von standortkundlichen Einheiten und Nutzflächen nach der Kationenaustauschkapazität erfolgt mit Hilfe von Sorptionstypen, Sorptionsflächentypen und Boniturwerten. Die Entwicklung und Anwendung der Methodik ist an folgende **Voraussetzungen** gebunden:

- Bereitstellung von Primärdaten und/oder von Regressionen zu erkundeten Bodeneigenschaften (n = 1533 Horizonte an- und hydromorpher Böden, Thiere et al., 1986),
- Elementanalyse und reproduzierbares Vergleichen von Kartierungseinheiten,
- Berücksichtigung der vertikalen und horizontalen Variabilität der Kationenaustauschkapazität mit Hilfe von Schichttypen und Flächentypen.

- Typisierung von vertikalen Wertefolgen (Schichttypen = Sorptionstypen) und deren Aggregation zu zusammengefassten Sorptionstypen (Haupttypen, Tab. 3),
- Erarbeitung von Kriterien für typisierte horizontale (areale) Kombinationen von Sorptionstypen (Sorptionstypen AFT der heterogenen Bodenfläche, s. 2.4),
- Zuordnung von Sorptionstypen und Sorptionsflächentypen zu analogen standortkundlichen Einheiten (Substrattypen, Substratflächentypen, Standortregionaltypen, Tab. 5 - 7 ),

### 2.2 Werteklassen

In der Tabelle 1 sind die KAK-Werte klassifiziert und beurteilt. Dabei erfolgt die Klassifizierung in der Dimension cmol/kg Substanz.

Tabelle 1: Werteklassen der KAK (ad hoc Boden, 2005) und zugeordnete Bodenarten der TGL 24 300/05 (1985)

Werteklasse (WK) der KAK	KAK Werte cmol/kg Boden	Einstufung	Bodenarten der TGL 24 300/05
1	< 4	sehr gering	S, rS,
2	≥ 4 – <8	gering	l'S, Sl, uS, l'S, iS,
3	≥8 – <12	mäßig	sL, IU,
4	≥12 – <20	hoch	L, UL
5	≥20 – <30	sehr hoch	IT, sT, uT
6	≥30	extrem hoch	T

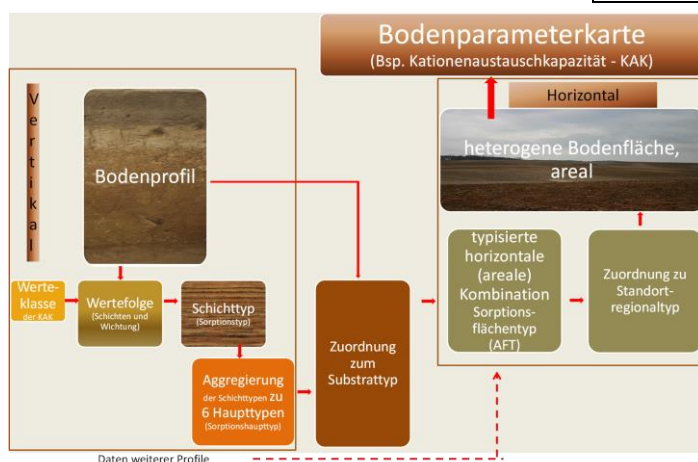


Figure 1: Schrittfolge von der Werteklasse zur Bodenkarte

Die Methodik zur Kennzeichnung und Bonitur von landwirtschaftlichen Nutzflächen nach der Kationenaustauschkapazität basiert auf folgenden Schritten (Fig.1)

- Bildung von Werteklassen (s. 2.2),

### 2.3 Klassifizierung der Tiefenbereiche im Boden

In einem weiteren methodischen Schritt sind die Tiefenbereiche im Boden zu differenzieren und für die Gesamtbeurteilung im Profil zu gewichten (Tabelle 2).

Tabelle 2: Differenzierung der Tiefenbereiche im Boden und deren Gewichtung

Vertikalabfolge im Boden (Typisierung der Tiefenstufen bzw. Schichttypen)	Tiefenbereich dm unter Flur	Gewichtung
OB = Oberboden	0 - 3	4 (höchste)
UB1 = Unterboden 1	>3 - 6	3
UB2 = Unterboden 2	>6 - 10	2
UB3 = Unterboden 3	>10 - 15	1 (geringste)

## 2.4 Bildung von Sorptionstypen und deren Gruppierung gemäß dem Schichtaufbau

Den Schichttypen gemäß Tabelle 2 werden die möglichen Werteklassen der KAK (gemäß Tabelle 1) zugeordnet und damit 20 Sorptionstypen gebildet. Diese werden schließlich zu 6 Haupttypen (bzw. Vergleichsstufen) zusammengefasst (Tabelle 3)

Tabelle 3: Kriterien und Gruppierung von Sorptionstypen (Schichttypen) nach KAK-Wert-Klassen

OB UB1 UB2 UB3	1 1-2 1-2 1-2	1 1-2 3-6 3-6	2 1-2 3-6 3-6	3 2-4 3-6 3-6	5 1-6 1-2 1-2	5 3-6 3-6 1-2
OB UB1 UB2 UB3	1 1-2 1-2 3-6	2 1-2 1-2 3-6	3 2-4 1-2 3-6	4 3-4 3-6 1-2	6 1-6 1-2 1-2	5 3-6 3-6 3-6
OB UB1 UB2 UB3	1 1-2 3-6 1-2	2 1-2 2-6 1-2	3 2-4 3-6 1-2	4 3-4 3-6 3-6		6 3-6 3-6 1-2
OB UB1 UB2 UB3	2 1-2 1-2 1-2		4 2-4 1-2 1-2			6 3-6 3-6 3-6
Haupttypen	0	1	2	3	4	5

1 bis 20 = laufende Nummer der Sorptionstypen (Schichttypen)  
0 bis 5 = Vergleichsstufen für zusammengefasste Sorptionstypen (Haupttypen)

## 2.4 Zuordnung der Sorptionstypen zu Substrattypen und Substratflächentypen durch Bildung von Sorptionsschichttypen und Sorptionsflächentypen

Für die typisierten Substratabfolgen (Substrattypen, Tab. 4) werden die in der Tabelle 3 zusammengestellten 20 Sorptionsschichttypen ausgewiesen (Tabelle 4). In der Tabelle 4 sind dabei die Substrattypen gemäß TGL 24 300 (bzw. der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung – MMK; siehe Schmidt & Diemann, 1983) aufgelistet worden. Das Beurteilungsverfahren ist allerdings unabhängig von der zugrunde gelegten Nomenklatur, steht für die Anwendung der KA 5 – Nomenklatur jedoch noch aus. Mit der Ausweisung von Sorptionshaupttypen für die Substrattypen erfolgt eine qualitative Aggregierung zu wiederum 6 zusammenfassenden Gruppen.

Auf den heterogenen Bodenflächen kommen meist mehrere Substrattypen nebeneinander vor. Dies wird durch die Ausweisung von Substratflächentypen berücksichtigt (Tabelle 5). Für die Darstellung der Vergleichsmethodik wird auf die Substratflächentypen der MMK zurückgegriffen, da Substratflächentypen nach der KA 5-Nomenklatur bisher ebenfalls nicht vorliegen. Den Substratflächentypen werden schließlich die in der Tabelle 3 ausgewiesenen Vergleichsstufen für zusammengefasste Sorptionstypen (Haupttypen) zugeordnet. Mit Hilfe dieses Schrittes liegen Vergleichsstufen für die Sorptionsflächentypen vor (Tabelle 5). Die Kriterien der Sorptionsflächentypen sind in der Tabelle 6 zusammengestellt. In der Tabelle 7 sind für die heterogenen Kartierungseinheiten der MMK (Standortregionaltypen) die Sorptionsflächentypen zugeordnet.

Die Schrittfolge der Herleitung verdeutlicht Tab. 8 an Beispielen.

**Tabelle 4: Körnungsartenabfolge für Substrattypen und ihre zugehörige KAK-Werteklasse (Normklasse, verwendet in Tab. 5)**

D- und AL-Standorte	Schichttyp								gewichtet	nach Tab.3
	OB	UB 1	UB 2	UB 3	OB	UB 1	UB 2	UB 3		
s	S	S	S	S	1	1	1	1	10	1
sl	I'S	I'S	S	S	2	2	1	1	17	4
s/l	I'S	I'S	sL	sL	2	2	3	3	23	8
m/l	IS	IS	L	sL	2	2	4	3	25	8
l	sL	sL	L	sL	3	3	4	3	32	12
m/d	IS	I'S	I'S	S	2	2	2	1	19	7
sö/d	sL	sL	I'S	S	3	3	2	1	26	9
sö/l	L	L	sL	sL	4	4	3	3	37	14
sö	L	L	UL	sL	4	4	4	3	39	14
s/t	IS	I'S	IT	IT	2	1	5	5	26	8
l/t	L	L	IT	IT	4	4	5	5	43	14
t	IT	IT	T	T	5	5	6	6	53	18
om/d	IS	IS	I'S	S	2	2	2	1	19	7
om	IS	IS	I'S	I'S	2	2	2	2	20	7
ol/d	L	L	I'S	S	4	4	2	1	33	11

ol	L	L	L	sL	4	4	4	3	39	14
ot/d	IT	IT	I'S	I''S	5	5	2	1	40	15
ot	IT	IT	T	IT	5	5	6	5	52	18
<i>Mo-Standorte</i>										
S	S	S	S	S	1	1	1	1	10	1
d	I''S	I''S	I''S	I''S	2	2	2	2	20	7
l	L	L	sL	sL	4	4	3	3	37	14
h	h	h	h	h	6	6	6	6	60	20
y	h	y	y	y	6	5	5	5	54	20 <sup>2</sup>
d/h	I''S	h	h	h	1	6	6	6	40	16 <sup>3</sup>
l/h	L	h	h	h	4	6	6	6	52	19 <sup>3</sup>
h/d	h	h	I'S	S	6	6	1	1	45	16
h/l	h	h	L	L	6	6	4	4	54	20
h/y	h	h	y	y	6	6	5	5	57	20
h/f	h	h	f	f	6	6			42	16 <sup>3</sup>
(h)	(h)	I''S	I''S	S	5	1	1	1	26	15
<i>Lö- und V-Standorte</i>										
ö/d	UL	UL	I'S	I''S	4	4	2	2	34	11
ö/d	IU	UL	I'S	I''S	3	4	2	2	30	9
ö/l	UL	UL	L	sL	4	4	4	3	39	14
ö/l	IU	UL	L	sL	3	4	4	3	35	12
ö	UL	UL	UL	IU	4	4	4	3	39	14
ö	IU	UL	UL	IU	3	4	4	3	35	12
ö/t	UL	UL	IT	IT	4	4	5	5	43	14
ö/t	IU	UL	IT	IT	3	4	5	5	39	12
vö	IU	IU	UL	L	3	3	4	4	33	12
vm	IS	I'S	I'S	I''S	2	2	2	2	20	7
vp	sL	sL	L	sL	3	3	4	3	32	12
vl	sL	L	L	sL	3	4	4	3	35	12
vt	uT	uT	IT	IT	5	5	5	5	50	18
t	IT	IT	T	T	5	5	6	6	53	18
vö/vl	IU	UL	sL	sL	3	4	3	3	33	9
vl/t	sL	L	IT	uT	3	4	5	5	39	12
g	sL	g	g	g	3				12	4

$$\text{KAK} = - 2,84 + 0,33 * \text{TfU} + 1,78 * (\text{OS-Gehalt in \%}) + 0,6 * (\text{pH-Wert}) \quad (1)$$

Für weitere Schichten und Substrat-Horizontgruppen sind Gleichungen in Thiere et al. (1986) angegeben.

Die KAK kann bei vorliegenden Werten des Feinanteils (T + fU), der organischen Bodensubstanz (OS) und des pH-Wertes auch näherungsweise berechnet werden (Thiere et al., 1986). Für Oberböden von jungpleistozänem Geschiebemergel kann das z.B. nach Gl. 1 erfolgen.

<sup>2</sup> für Kalkmudden liegen keine Untersuchungen vor

<sup>3</sup> händisch nach Qualität eingeordnet

D-Standorte	D-Standorte	D-Standorte	D-Standorte	D-Standorte	
1. s 2. sl 20. s-m/d 21. m/d-s 22. m/d	3. s-s/l 4. s-s/t 5. s/l+s 6. s/l-s 9. s-l	7. s+s/t 8. s/t-s 10. s-s/l+l 12. s/l 14. s+l 23. m/d+m/l 24. sö/d	11. l-s/l+s 13. s/l-l 15. l+s/l 16. l-s/l 17. l 18. l-t 25. sö/d+sö/l 26. sö 27. sö/l	19. t-l	
	Al-Standorte		Al-Standorte	Al-Standorte	Al-Standorte
	42. s-om 43. om-s 44. om		45. ol/d 46. ol/d-ol 47. ol-ol/d 48. ol 49. ol-ot 50. ol+ot	51. ot-ol 52. ot/d 53. ot/d-t 54. ot-ot/d	55. ot
	Mo-Standorte		Mo-Standorte	Mo-Standorte	Mo-Standorte
	96. d/h		31. h/d – s 33. h/d + h + s 97. (h) - d 98. l – h 99. (h) – l	28. h/d 32. d/h 35.d/h,h/d(Hto, Zto)	29. h/d – h 30. h/d - h/ y 31. h/d - s 34. h/d + h/y 36. h 37. h - h/y 38. h - h/d 39. h - h/y + h/d 40.h - l/h 41. h (Zto, Hto) 90. h/y 91. h/l 92. h/f (Nto, Zto) 93. l/h 94. y 95. h/y + l/h - h + l
		Lö-Standorte	Lö-Standorte		
		56. ö/d 57. ö/d-ö	58. ö+ö/d 59. ö-ö/d 60. ö/l 61. ö 62. ö-ö/t 63. ö/t-ö 64. ö/t		
		V-Standorte	65. ö-vp 66. ö-vl 67. vö-ö 68. vö		
		69. vm+vs 70. vm+vp 71. vm+vp-vö 74. vp+vl-g(a) 75. vp+vl-g(b) 79. vl(c)-g	V-Standorte 72. vp+vl(a) 73. vp+vl(b) 76. vp-vl(a)-vö 77. vp+vl(b)-vö 78. vl(c) 80. vl(c)-ö 81. völ 82. vl-vt 84. vt-t 88. t-ö		
0	1	2	3	4	5

0 bis 5 = Vergleichsstufen für zusammengefasste Sorptionsflächentypen (Haupttyp)

Tabelle 5: Zuordnung von Substratflächentypen (SFT) zu Sorptionsflächentypen (AFT)

)

**Tabelle 6: Bildung von Sorptionsflächentypen (AFT) aus Sorptionshaupttypen**

AFT			Flächenanteile von zusammengefassten Sorptionstypen (%)					
VSt		Symbol	A		B		C	
			0	1	2	3	4	5
0		A0 $\bar{h}$	>80		< 20		< 20	
1	1	A1 $\bar{h}$	> 80		< 20		< 20	
	2	A $h$			< 40		< 40	
2	1	B2 $\bar{h}$	< 20		> 80		< 20	
	2	B-A $h$					< 20	
	3	B/A $m$					≤ 60	
	4	B $g$					≤ 40	
3	1	B3 $\bar{h}$	< 20		> 80		< 20	
	2	B-C $h$					20 - 40	
	3	C $h$					> 60	
	4	B/C $m$					20 - 60	
	5	C/B $m$					> 40 - 60	
4	1	C4 $h$	< 20		< 20		> 80	
	2	C-B $h$						
5		C5 $h$	< 20		< 20		> 80	

VSt (0 bis 5) = Vergleichsstufen für Sorptionsflächentypen; A = 0+1, B = 2+3, C = 4+5

Dominanzgrad:  $\bar{h}$  (sehr hoch) = > 80 %,  $h$  (hoch) = > 60 - 80 %,  $m$  (mittel) = > 40 - 60 %,  $g$  (gering) = ≤ 40 % Flächenanteil

Symbol: ( - ) bedeutet „mit“; ( / ) bedeutet „und/oder“, die Ziffer (A0) weist auf die sehr hohe Dominanz der VSt der zusammengefassten Sorptionstypen hin

VSt: die Vergleichsstufen können durch eine zweite Ziffer Qualitätskriterien spezifizieren  
grau unterlegt, Parameter des in 3. beschriebenen Beispiels

**Tabelle 7: Zuordnung von Standortregionaltypen der MMK zu Sorptionsflächentypen**

SG	ST	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	D1a	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
	D2a	0	1	1	1	-	-	-	-	-	-
2	D3a	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-
	D3c	1	0	1	1	2	-	-	-	-	-
3	D4a	3	3	2	2	-	-	-	-	-	-
	D5a	3	3	3	3	3	-	-	-	-	-
	D6a	3	-	5	3	-	-	-	-	-	-
	D4c	1	3	2	3	2	2	3	-	-	-
	D5c	2	3	3	3	3	3	4	3	-	-
4	D4b	3	3	3	2	1	3	2	2	3	-
	D5b	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	D6b	3	3	3	5	5	5	3	-	-	-
5	Al3a	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-
	Al3b	2	2	3	3	2	2	2	3	3	-
	Al3c	2	2	2	2	1	2	2	1	-	-
6	Al1/2a	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-
	Al1/2b	3	3	3	5	5	5	-	-	-	-
	Al1/2c	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-
8	D2b	0	0	0	0	1	2	-	-	-	-
	D3b	1	1	1	1	2	1	1	1	1	-
9	Lö1a	3	3	3	3	3	-	-	-	-	-
	Lö1b	3	3	-	3	-	3	-	-	-	-
	Lö1c	3	5	-	3	3	3	3	3	3	3
	Lö2c	2	2	3	3	2	2	2	-	-	-
	Lö3d	3	3	3	3	3	3	-	-	3	-
	D6c	2	2	3	3	3	5	3	3	-	-
	V1a	3	5	5	3	-	-	-	-	-	-
10	Lö3a	3	-	3	3	3	-	-	-	-	-

	Lö3c	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lö4b	3	-	3	3	3	-	-	-	-	-
	Lö4c	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-
	Lö6c	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-
11	Lö5b	-	3	3	3	3	-	-	-	-	-
	Lö5c	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lö6b	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-
12	V2a	3	3	3	3	2	-	-	-	-	-
	V2c	3	-	3	3	3	-	-	-	-	-
	V3a	5	5	5	-	5	5	-	-	-	-
	V3b	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-
	V3c	2	4	2	2	2	-	-	-	-	-
13	V4c	3	3	3	3	3	-	-	-	-	-
	V5/7a	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-
	V5/7b	3	3	3	3	3	3	3	3	-	-
	V6b	2	3	3	-	3	3	3	-	-	-
14	V4a	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-
	V5/7c	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-
	V8/9a	2	3	3	3	2	3	3	-	-	-

SG = Standortgruppen

ST = Standorttypen

1 bis 10 = Standortregionaltypen

0 bis 5 = Vergleichsstufen für zusammengefasste Sorptionsflächentypen (Haupttypen)

Beispiel:

für den Standortregionaltyp D4a4 wird der Sorptionsflächentyp mit der Vergleichsstufe (Haupttyp) 2 ausgewiesen.

D- Standorte		bestimmende Substrattypen – Flächenanteile [%]								Sorptionsschicht- typen				Haupttypen (VSt) der Sorpti- onsschichttypen				Summe der Flächenanteile nach VSt zusammengefaßt				VST
Schlüssel- Nr.	Symbol																	>80%	A	B	C	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	s	s	100							1				0				1				0
2	sl	sl	100							4				0				1				0
3	s - s/l	s	40	sl	30	s/l	30			1	4	8		0	0	2			70	30	0	1
4	s - s/t	s	40	sl	30	s/t	30			1	4	8		0	0	2			70	30	0	1
5	s/l + s	m/l	30	s/l	20	sl	20	s	30	8	8	4	1	2	2	0	0		50	50	0	1
6	s/l - s	m/l	40	s/l	30	sl	20	s	10	8	8	4	1	2	2	0	0		100	0	0	1
7	s + s/t	s	30	sl	20	s/t	50			1	4	8		0	0	2			50	50	0	2
8	s/t - s	s/t	70	s	20	sl	10			8	1	4		2	0	0			30	70	0	2
9	s - l	sl	40	s	30	l	30			4	1	12		0	0	3			70	30	0	1
10	s - s/l + l	sl	30	s	20	m/l	30	l	20	4	1	8	12	0	0	2	3		50	50	0	2
11	l - s/l + s	l	50	m/l	30	s	20			12	8	1		3	2	0			20	80	0	3
12	s/l	m/l	70	s/l	20	sl	10			8	4	4		2	0	0			30	70	0	2
13	s/l - l	m/l	50	l	20	s/l	20	sl	10	8	12	8	4	2	3	2	0		10	90	0	3
23	m/d + m/l	m/d	50	m/l	50					7	8			1	2				50	50	0	2

**Tabelle 8: Herleitung der Sorptionsflächentypen**

Erläuterung zur Herleitung der VST für die Substratflächentypen (SFT):

Spalten 3 bis 10 definieren die Flächenanteile der bestimmenden Substrattypen der in Sp. 1 bzw. 2 aufgeführten SFT.

Für die Substrattypen wurden die in Tab. 4 benannten Kriterien zur Herleitung der Sorptionsschichttypen angewendet:

z.B. Sp. 11 für Sand in Sp. 3 wird in Tab. 4 der Schichttyp 1 abgelesen, der zum Haupttyp 0 gehört. Der Haupttyp ist in Sp. 15 eingetragen.

Im Anschluss erfolgt die Summation der Flächenanteile entsprechend den in Tab. 6 genannten Kriterien. Im Falle des SFT 1 „Sand“ sind >80% einer VST (Eintrag in Sp. 19) zuzuordnen, daraus folgt die Einordnung in VSt 0 (Sp. 23).

Bei SFT 3 „Sandtieflern“ sind die Schichttypen 1 und 4 (im Haupttyp 0) und 8 (Haupttyp 2) ausgewiesen. Die Flächenanteile des Haupttyps 0 betragen 70 % und sind unter „A“ nach Tab. 6 zusammengefasst, während die 30 % von Haupttyp 2 „B“ zuzuschreiben sind. Die Kriterien aus Tab. 6 anwendend, ergibt sich die VST 1 (2, A, h).



### 3. Zusammengefasste Ergebnisse und Bedeutung der Methodik zur Kennzeichnung landwirtschaftlicher Nutzflächen nach der KAK

Die Kationenaustauschkapazität (auch Kationenumtausch- oder Sorptionskapazität) ist neben der Nutzwasserkapazität und dem biologischen Regulationsvermögen eine der wichtigsten Eigenschaften zur komplexen Beurteilung ökologischer Bodeneigenschaften, u. a. bestimmt sie die gesamte Nährstoffdynamik im Boden.

Die Reproduzierbarkeit der exemplarisch in der Karte (Fig. 2) flächenhaft dargestellten Sorptionsflächentypen gilt ebenso für andere Bodeneigenschaften, ungeachtet der hier genutzten „alten“ MMK-Nomenklatur.

Damit sind vom Punkt zur Fläche wesentliche Eigenschaften ohne Verlust an Detailkenntnis bzw. –informationen abbildbar. Tabellen ergänzen zusätzlich zur Visualisierung in Karten die Ergebnisse für verschiedenste Arealbezüge administrativen (Fig. 3 und 4, Tab. 9) bis naturräumlichen Bezugs mit der VERgleichs-Methode Standort (VERMOST, Thiere et al., 2002).

Das komplexe Vorgehen wird in nachfolgender Tabelle 10 zur Veranschaulichung an einem Beispiel demonstriert.

Der Substrattyp m/l – Sandeuhm- bzw. Salmtieuhm weist die Schichtung folgender Bodenarten (Sp. 4) auf, deren Gewichtung (Sp. 3) und zusammenfassenden Werte (Sp. 6) mit eingetragen sind.

**Tabelle 10: Schritte zur Herleitung des Sorptionshaupttyps (VST)**

Vertikalabfolge	dm unter Flur	Gewichtung	Bodenart	KAK-Kl. aus Tab. 1	Sp. 3 * Sp.5
1	2	3	4	5	6
OB	0 - 3	4	stark lehm. Sand (IS)	2	8
UB1	>3 - 6	3	stark lehm. Sand (IS)	2	6
UB2	>6 - 10	2	Lehm (L)	4	8
UB3	>10 - 15	1	sandiger Lehm (sL)	3	3
				Summe	25
				Sorptionstyp	8
				Haupttyp	2

Die Schichtfolge in Spalte 5 (2 – 2 – 4 – 3) wird in den Sorptionstyp 8 bzw. folgend in Haupttyp 2 (s.a. Tab. 3) eingeordnet. In Kombination mit Decklehmsand (*m/d*) bildet m/l den *Substratflächentyp* 23 der Diluvialstandorte in der MMK, der zu beiden Teilen mit 40...60 %-Anteil ausgewiesen ist (Tab. 8). Aufgrund dieser Anteile wird in Tab. 6 (grau unterlegt) *Vergleichsstufe 2 (B/A* – da zu gleichen Anteilen bzw. von *mittlerer Dominanz* (m - 40 bis 60%)) ausgewiesen. Diese Vergleichsstufe (VST) wird in der Kartendarstellung als Attribut des Substratflächentyps (SFT) verwandt. Damit werden diese heterogenen Bodenflächen dem *mittleren Sorptionsflächentyp (2)* zugeordnet (s.a. Tab. 9, letzte Zeile).

Zur Einstufung und Bewertung landwirtschaftlicher Nutzflächen schließen sich der vorgestellten Methodik noch Bonituren an. Sie nutzen wie die Bodenschätzung die Skala 0 ... 100. Damit können neben den heterogenen arealen Bezügen auch konkrete Agrarflächen nach ihrer Qualität bewertet werden. Damit können Bodendaten aus „Precision farming“ ergänzt werden. Das kann in gewohnter



Weise in einer Ziffer erfolgen. Die Parameter-tabelle von VERMOST erlaubt darüber hinaus aber auch Schlüsse auf einzelne Anteile, Heterogenität und Kontraste. Diese Dinge gewinnen aufgrund der zunehmenden Flächenkonzentration bzw. -vergrößerung (Zusammenlegung), der Trennung von Betriebsflächen und dem Entscheidungsort wieder an Bedeutung. Die nachhaltige Flächenbewirtschaftung ist ohne fundierte Information auf allen Ebenen der Entscheidungsfindung nicht zu realisieren.

#### 4. Zusammenfassung

Die Kationenaustauschkapazität (auch Kationenumtausch- oder Sorptionskapazität) ist neben der Nutzwasserkapazität und dem biologischen Regulationsvermögen eine der wichtigsten Eigenschaften zur komplexen Beurteilung ökologischer Bodeneigenschaften, u. a. bestimmt sie die gesamte Nährstoffdynamik im Boden.

Die Reproduzierbarkeit der exemplarisch mit der Methodik und in der Karte flächenhaft dargestellten Sorptionsflächentypen gilt ebenso für andere Bodeneigenschaften.

Damit sind vom Punkt zur Fläche wesentliche Eigenschaften des Bodens nachvollziehbar und damit ohne bzw. mit geringem Verlust an Detailkenntnis abbildbar. Tabellen ergänzen die Visualisierung für verschiedenste Arealbezüge administrativen bis naturräumlichen Bezugs mit der VERgleichsMethode Standort (VERMOST).

#### 5. Literatur

Adhoc-Boden: *AG Boden der Staatlichen Geologischen Dienste und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe* (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung 5. Auflage (KA5). Stuttgart,

Hannover: Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, pp. 438

Deumlich, D.; J. Thiere; Völker, L. (1997): Vergleich zweier Methoden zur Beurteilung der Wassererosionsgefährdung von Wassereinzugsgebieten. *Wasser & Boden*, 49, 5, 46 – 51

Schindler, U.; J. Thiere, L. Müller, M. Altermann (2002): Ableitung bodenhydrologischer Kennwerte für heterogene Flächeneinheiten Nordostdeutschlands auf Grundlage des Flächentypenkonzepts zur MMK. *Zschr. für Kulturtechnik und Landentwicklung* 43

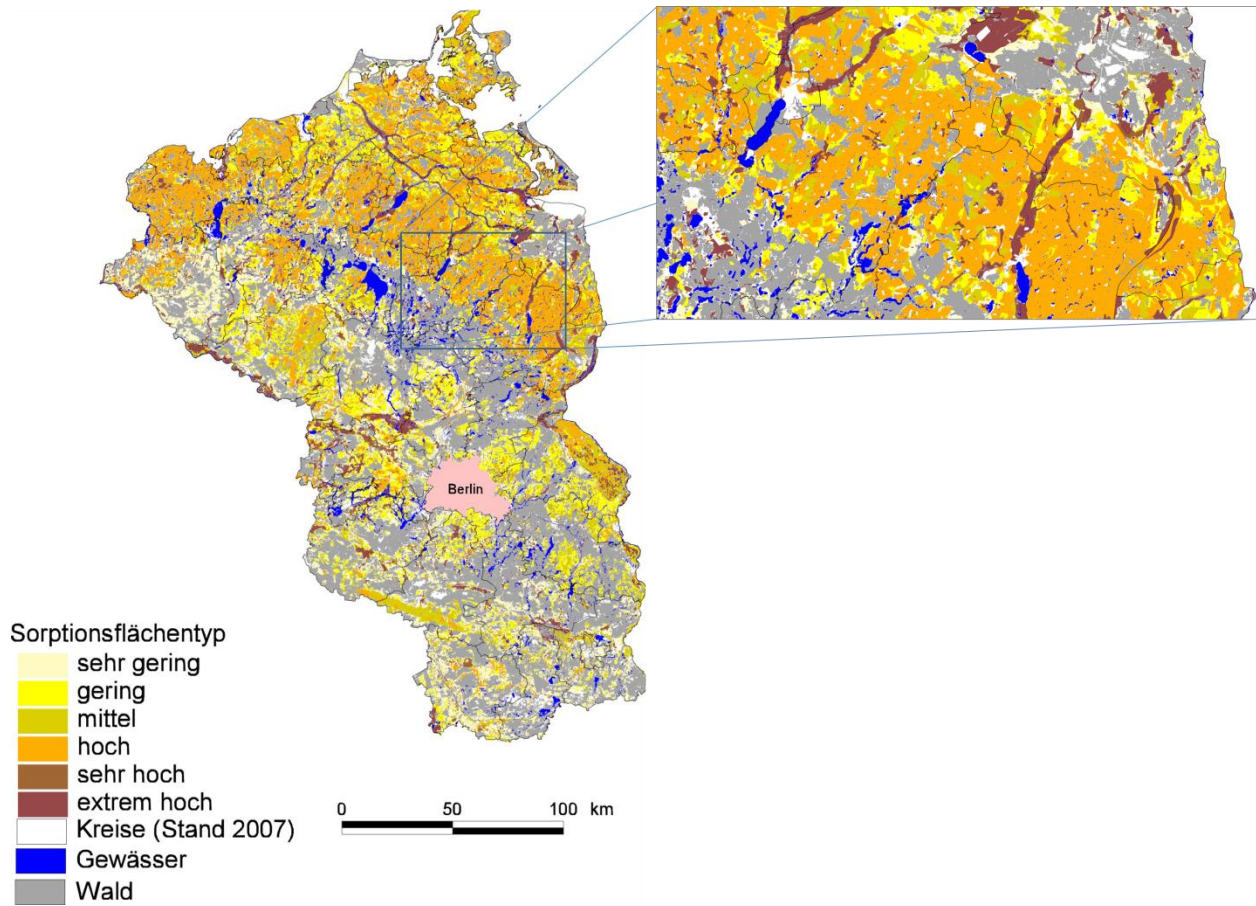
Schmidt, R. u. Diemann, R. (1981): Erläuterungen zur Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung. *Akad. Landwirtsch. Wiss., Inst. Bodenk. Eberswalde*, 78 S.

Thiere, J., D. Deumlich, J. Kiesel, L. Laacke, M. Lentz-Worobjew & L. Völker (2002): Standortbeurteilungen und Standortvergleiche nach Programm "VERMOST" (Vergleichsmethode Standort). - In: Wild, K., R. A. E. Müller & U. Birkner [Hrsg.]: *Informations- und Qualitätsmanagement – Neue Herausforderungen von Politik und Markt an die Agrar- und Ernährungswirtschaft: Referate der 23. GIL-Jahrestagung in Dresden 2002: 200-204*; (Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft) (Berichte der Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft; 15).

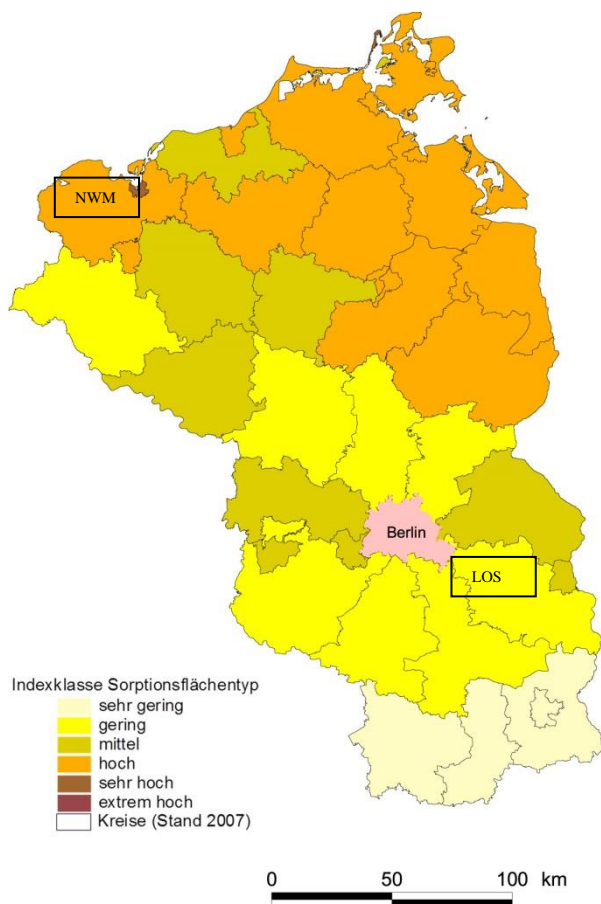
Thiere, J.; M. Altermann; I. Lieberoth; D. Rau (1991): Zur Beurteilung landwirtschaftlicher Nutzflächen nach technologisch wirksamen Standortbedingungen. *Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenk.*; Berlin 35, 3, 171-183

Thiere, J.; W. Reiher; H. Morgenstern. (1986): Analyse des Zusammenhangs von Austauschkapazität (T-Wert), Körnung, organischer Bodensubstanz und Bodenreaktion für verbreitete Substrat- und Horizontgruppen. *Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenk.*, Berlin 30, 4, 211 – 218

TGL 24300/05: Aufnahme landwirtschaftlich genutzter Standorte; Körnungsarten und Skelettgehalt, DDR, Fachbereichsstandard, 1985



**Figure 2: Karte der Sorptionsflächentypen (MVP, BBG)**



**Figure 3: Auf Kreisgrenzen (2008) aggregierte Sorptionsflächentypen**

LANDKREIS	Nordwestmecklenburg NWM	Oder-Spree LOS
VST0 [%]	7,02	15,81
VST1 [%]	10,13	47,51
VST2 [%]	3,21	23,73
VST3 [%]	70,53	1,69
VST4 [%]	0,00	0,00
VST5 [%]	9,11	11,27
LN-Fläche km <sup>2</sup>	1705	993
DT (Dominanztripel)	315	120
DP (Dominanzpaar)	313	122
DG (Dominanzgrad)	3	2
IND (Index)	55	31
IK (Indexklasse)	3	1
HK (Hauptkontrast)	3	1
BK (Begleitkontrast)	5	2
KG (Kontrastgruppe)	4	1
FTV (Flächentyp Vergleichsstufe)	12	3

**Tabelle 9: VERMOST-Daten für 2 ausgewählte Landkreise (nach Thiere et al. 2002)**